

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-312295

(43)Date of publication of application : 02.12.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/321  
G01R 1/06

(21)Application number : 09-060987

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO  
LTD

(22)Date of filing : 14.03.1997

(72)Inventor : MITANI TSUTOMU  
YAMAGUCHI KAZUFUMI  
ASABE MITSUO

(30)Priority

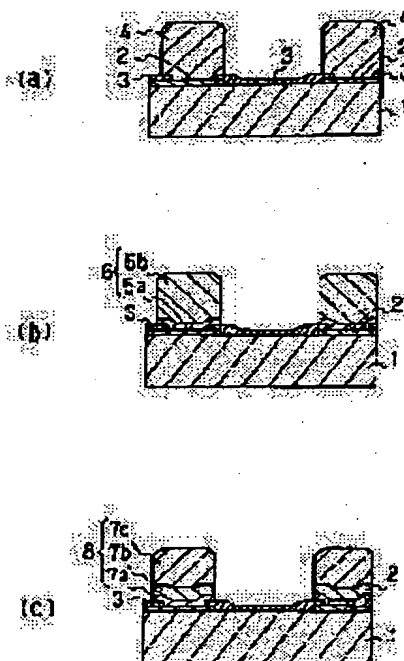
Priority number : 08 64237 Priority date : 21.03.1996 Priority country : JP

## (54) BUMP FORMING BODY AND FORMING METHOD OF BUMP

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce electric resistance, mostly prevent generation of gas after mounting, and improve reliability, by constituting a bump of at least one layer of a metal sprayed thick film.

**SOLUTION:** A base layer 5a constituted of an aluminum sprayed thick film is formed on a pad electrode 2, in the state that the peripheral part of a passivation film 3 is covered. A surface layer 5b constituted of a copper sprayed thick film is formed on the base layer 5b, and a bump 6 of two-layered structure is formed. Since the purity of the bump 6 constituted of the metal sprayed thick film is high, electric resistance of the bump itself is small, and gas is hardly generated from the bump after mounting, so that reliability is improved. As a result, a bump forming body excellent in electric characteristics and connection reliability wherein an interlayer insulating film, an active layer, multilayered wiring can be obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-312295

(43) 公開日 平成9年(1997)12月2日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/321			H 0 1 L 21/92	6 0 2 D
G 0 1 R 1/06			G 0 1 R 1/06	B
			H 0 1 L 21/92	6 0 3 D
				6 0 4 D

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 10 頁)

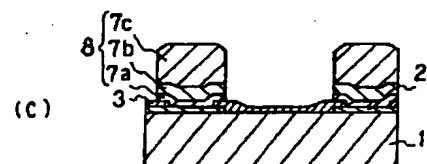
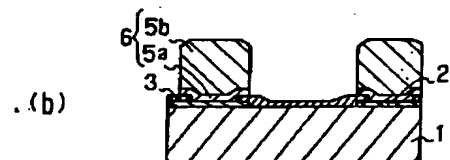
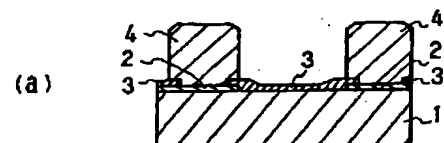
(21) 出願番号	特願平9-60987	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成9年(1997)3月14日	(72) 発明者	三谷 力 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平8-64237	(72) 発明者	山口 和文 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
(32) 優先日	平8(1996)3月21日	(72) 発明者	浅辺 光男 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 池内 寛幸 (外2名)

(54) 【発明の名称】 パンプ形成体及びパンプの形成方法

(57) 【要約】

【課題】 電気的特性、接続信頼性に優れ、かつパッド電極の下にも層間絶縁層、アクティブ層、多層配線などを配置することが可能なパンプ形成体及びその形成方法を提供する。

【解決手段】 各パッド電極2の上に、パッシベーション膜3の周縁部をも覆った状態で膜厚約20 $\mu$ mのアルミニウム溶射厚膜からなる下地層5aを形成する。下地層5aの上に、膜厚約30 $\mu$ mの銅溶射厚膜からなる表面層5bを形成する。これにより、2層構造のパンプ6を構成する。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板に設けられた電極の上に導電性材料からなるバンパが形成されたバンパ形成体であって、バンパが少なくとも一層の金属溶射厚膜からなることを特徴とするバンパ形成体。

【請求項2】 バンパが、電極の上に形成された下地層と、前記下地層の上に形成された表面層とからなり、前記下地層の材料がアルミニウム、アルミニウムを含有する金属、亜鉛及び亜鉛を含有する金属からなる群から選ばれる1つである請求項1に記載のバンパ形成体。

【請求項3】 表面層の材料が銅又は銅を含有する金属である請求項2に記載のバンパ形成体。

【請求項4】 バンパが、電極の上に形成された下地層と、前記下地層の上に形成された中間層と、前記中間層の上に形成された表面層とからなり、前記下地層の材料がアルミニウム、アルミニウムを含有する金属、亜鉛及び亜鉛を含有する金属からなる群から選ばれる1つである請求項1に記載のバンパ形成体。

【請求項5】 中間層の材料が銅又は銅を含有する金属である請求項4に記載のバンパ形成体。

【請求項6】 表面層の材料がハンダである請求項4に記載のバンパ形成体。

【請求項7】 電極の上に形成され、かつ開口部を有するレジスト膜がさらに備わり、前記開口部内に、前記レジスト膜の上面から突出した状態で金属溶射厚膜からなるバンパが形成された請求項1に記載のバンパ形成体。

【請求項8】 レジスト膜の材料が耐熱性樹脂及び難燃性樹脂からなる群から選ばれる1つである請求項7に記載のバンパ形成体。

【請求項9】 バンパが、液状物質を吸収可能な空隙を含む導電性材料からなり、少なくとも前記空隙に防湿性物質が充填されている請求項1に記載のバンパ形成体。

【請求項10】 バンパの側面が防湿性物質で被覆されている請求項9に記載のバンパ形成体。

【請求項11】 防湿性物質がエポキシ系樹脂、シリカ系樹脂、アクリル系樹脂及びフッ素系樹脂からなる群から選ばれる1つである請求項9又は10に記載のバンパ形成体。

【請求項12】 バンパが2段突起状に形成されている請求項1に記載のバンパ形成体。

【請求項13】 基板に設けられた電極の上に導電性材料の粒子を堆積させてバンパを形成するバンパの形成方法であって、前記導電性材料の粒子を前記電極の上に堆積させる際に、前記導電性材料の粒子が前記電極の表面酸化層の少なくとも一部を除去するか、又は前記導電性材料の粒子が前記電極の表面酸化層を貫通するようにしたことを特徴とするバンパの形成方法。

【請求項14】 導電性材料の粒子を溶射法によって電極の上に堆積させる請求項13に記載のバンパの形成方法。

2

【請求項15】 溶射法がプラズマ溶射法である請求項14に記載のバンパの形成方法。

【請求項16】 少なくとも導電性材料の粒子が衝突する領域が不活性雰囲気又は還元性雰囲気である請求項15に記載のバンパの形成方法。

【請求項17】 バンパの少なくとも上層の導電性材料として超塑性金属材料を用い、前記超塑性金属材料を堆積した後、基板を前記超塑性金属材料の超塑性温度以上に加熱し、所望の形状を有する凹版型を前記バンパの上から押圧することにより、前記バンパを所望の形状に成形する請求項13に記載のバンパの形成方法。

【請求項18】 超塑性金属材料が亜鉛-アルミニウム共析合金、ビスマス-錫共析合金、マグネシウム-アルミニウム共析合金及び鉛-錫共析合金からなる群から選ばれる1つである請求項17に記載のバンパの形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体チップや半導体ウエハ上の電極、回路基板上の電極、各種電子部品の電極の上にバンパが形成されたバンパ形成体及びバンパの形成方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】電子機器、システムの小型・軽量化、高性能化を実現するには、半導体集積回路の高密度実装が不可欠となっている。各種の高密度実装技術の中で、裸の半導体チップ（ベアチップ）をキャリア基板や回路基板上に実装するチップサイズパッケージ（CSP）及びマルチチップモジュール（MCM）が開発され、実用に供されている。これらベアチップ実装技術においては、ベアチップをバンパを介して基板電極上に接続する『フリップチップ接続技術』のさらなるレベルアップと低コスト化が重要な課題となっている。

【0003】フリップチップ接続技術とは、ベアチップを裏向けにし、バンパを介して回路基板上に実装する技術であり、接続領域がチップ領域内に収まるため、高密度実装に適した優れた方法である。フリップチップ接続技術において重要な役割を果たすバンパについては、各種の材料、構造、形成方法などが検討され、一部が実用化されつつある。バンパの形成方法には、大きく分けて2つの方法がある。以下、これらの方法について説明する。

【0004】第1の方法は、半導体ウエハ上に形成された各チップのパッド電極上にバリアメタル層を堆積した後、さらに厚み10～50μmのハンダ層を形成するようにした『ハンダバンパ法』である。この場合、ハンダ層は、真空蒸着法（例えば、特公昭63-4939号公報参照）、電解メッキ法（例えば、特開昭63-6860号公報参照）、又はハンダボール法（例えば、特開昭64-22049号公報参照）等によって形成される。

3

【0005】第2の方法は、パッド電極に例えばワイヤボンディング装置と金線とを用いてボールボンディングを行い、パッド電極上に高さ約 $50\mu\text{m}$ の金ボールを形成するようにした『ボールボンディング法』である。この方法は、上記第1の方法（ハンダボンディング法）におけるバリアメタル層が不要となるため、通常の半導体チップにもポンプを形成することができるという特徴を有している。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、ハンダボンディング法を用いてポンプを形成する場合には、バリアメタル層を形成する必要があり、このバリアメタル層は、真空蒸着法又はスパッタ法によってチタン、ニッケル、クロム等の薄膜を積層して形成するものであるため、コストアップ、形成の長時間化の一因となっていた。また、ポンプとしてのハンダ層は数 $10\mu\text{m}$ 以上の膜厚を必要とするが、これを真空蒸着法によって形成する場合には、その堆積に長時間かかり、工程コストの面で問題があった。また、電解メッキ法によってハンダ層を形成する場合には、電界分布に応じてメッキ膜の厚み変動すること、メッキに長時間を要すること、予め全パッド電極を電気的に接続しておくための共通電極が必要であること等の問題があった。また、ハンダボール法によってハンダ層を形成する場合には、粒径の揃ったハンダボールが必要であること、ハンダボールを全パッド電極上に漏れなく配置する必要があること等の問題があった。

【0007】一方、ボールボンディング法は、パッド電極ごとにボンディングするものであるため、形成速度は高速ボンダの場合でも毎秒6～8パッド程度である。このため、パッド電極の数を多くすると、それだけポンプ形成に長時間かかり、工程コストが膨大となる。従って、ボールボンディング法は、大量生産には適していない。また、ボールボンディング法を用いてポンプを形成する場合には、ボンディング時の衝撃によって層間絶縁層、アクティブ層、多層配線などが破壊される可能性が高い。このため、パッド電極の下に前記各層を配置することはできず、チップの高集積化を図ることは困難である。

【0008】本発明は、従来技術における前記課題を解決するためになされたものであり、電気的特性、接続信頼性に優れ、かつパッド電極の下にも層間絶縁層、アクティブ層、多層配線などを配置することが可能なポンプ形成体及びポンプの形成方法を提供することを目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明に係るポンプ形成体の構成は、基板に設けられた電極の上に導電性材料からなるポンプが形成されたポンプ形成体であって、ポンプが少なくとも一層の金属溶射厚膜からなることを特徴とする。このポンプ形成体

4

の構成によれば、次のような作用効果を奏することができる。すなわち、金属溶射厚膜からなるポンプは、印刷法によって形成されるポンプのように有機バインダ成分を含まず、高純度であるため、ポンプ自体の電気抵抗も小さく、また、実装後にポンプからガスが発生することも殆どなく、信頼性の高いものとなる。また、金属溶射厚膜には気孔又は間隙が内在するため、バルクに比べて応力を吸収し易い。従って、例えば、ポンプが形成された半導体チップと回路基板との熱膨張の差に起因してポンプに作用する応力を低減することができ、接続の信頼性を向上させることができる。また、このように金属溶射厚膜には気孔又は間隙が内在するため、例えばハンダ、導電性ペーストなどの接続材料が気孔又は間隙を通過してポンプの内部にしみ込み易くなる。その結果、ポンプと接続材料との接触面積が増加するので、接触抵抗を小さくすることができる。また、金属溶射厚膜からなるポンプは、ボールボンディング法によって形成されるポンプと違って層間絶縁層、アクティブ層、多層配線などを破壊する虞れはないので、電極の下に前記各層を配置することが可能となる。その結果、高集積化を図ることができる。

【0010】また、前記本発明のポンプ形成体の構成においては、ポンプが、電極の上に形成された下地層と、前記下地層の上に形成された表面層とからなり、前記下地層の材料がアルミニウム、アルミニウムを含有する金属、亜鉛及び亜鉛を含有する金属からなる群から選ばれる1つであるのが好ましい。また、この場合には、表面層の材料が銅又は銅を含有する金属であるのが好ましい。

【0011】また、前記本発明のポンプ形成体の構成においては、ポンプが、電極の上に形成された下地層と、前記下地層の上に形成された中間層と、前記中間層の上に形成された表面層とからなり、前記下地層の材料がアルミニウム、アルミニウムを含有する金属、亜鉛及び亜鉛を含有する金属からなる群から選ばれる1つであるのが好ましい。また、この場合には、中間層の材料が銅又は銅を含有する金属であるのが好ましい。また、この場合には、表面層の材料がハンダであるのが好ましい。

【0012】また、前記本発明のポンプ形成体の構成においては、電極の上に形成され、かつ開口部を有するレジスト膜がさらに備わり、前記開口部内に、前記レジスト膜の上面から突出した状態で金属溶射厚膜からなるポンプが形成されているのが好ましい。この好ましい例によれば、例えば、ポンプが形成された半導体チップと回路基板との接続工程におけるダメージを防止することができる。また、この場合には、レジスト膜の材料が耐熱性樹脂及び難燃性樹脂からなる群から選ばれる1つであるのが好ましい。

【0013】また、前記本発明のポンプ形成体の構成においては、ポンプが、液状物質を吸収可能な空隙を含む

(3)

10

20

30

40

50

5

導電性材料からなり、少なくとも前記空隙に防湿性物質が充填されているのが好ましい。この好ましい例によれば、ポンプの内部における酸化を抑えて、電気抵抗の増加を防止することができる。また、この場合には、防湿性物質がエポキシ系樹脂、シリカ系樹脂、アクリル系樹脂及びフッ素系樹脂からなる群から選ばれる1つであるのが好ましい。また、この場合には、ポンプの側面が防湿性物質で被覆されているのが好ましい。この好ましい例によれば、ポンプの酸化をさらに抑えて、電気抵抗の増加をさらに防止することができる。従って、高温、高湿環境下で長時間にわたって使用しても、ポンプの電気抵抗が増加することはないので、電気的特性の安定した信頼性の高いポンプを実現することができる。この場合にはさらに、防湿性物質がエポキシ系樹脂、シリカ系樹脂、アクリル系樹脂及びフッ素系樹脂からなる群から選ばれる1つであるのが好ましい。

【0014】また、前記本発明のポンプ形成体の構成においては、ポンプが2段突起状に形成されているのが好ましい。この好ましい例によれば、例えば、ポンプが形成された半導体チップと回路基板とを導電性樹脂やハンダによって接続する場合に、1段目の突起上に導電性樹脂やハンダを溜めておくことができる。その結果、導電性樹脂やハンダが余分に広がることはないで、高精度な実装を行うことが可能となる。

【0015】また、本発明に係るポンプの形成方法は、基板に設けられた電極の上に導電性材料の粒子を堆積させてポンプを形成するポンプの形成方法であって、前記導電性材料の粒子を前記電極の上に堆積させる際に、前記導電性材料の粒子が前記電極の表面酸化層の少なくとも一部を除去するか、又は前記導電性材料の粒子が前記電極の表面酸化層を貫通するようにしたことを特徴とする。このポンプの形成方法によれば、基板に設けられた電極とポンプとの接触抵抗を実用上十分小さくすることができる。

【0016】また、前記本発明のポンプの形成方法においては、導電性材料の粒子を溶射法によって電極の上に堆積させるのが好ましい。また、この場合には、溶射法がプラズマ溶射法であるのが好ましい。この場合にはさらに、少なくとも導電性材料の粒子が衝突する領域が不活性雰囲気又は還元性雰囲気であるのが好ましい。この好ましい例によれば、形成されるポンプが酸化されるのを抑えることができるので、電気抵抗の小さい良質のポンプを得ることができる。

【0017】また、前記本発明のポンプの形成方法においては、ポンプの少なくとも上層の導電性材料として超塑性金属材料を用い、前記超塑性金属材料を堆積した後、基板を前記超塑性金属材料の超塑性温度以上に加熱し、所望の形状を有する凹版型を前記ポンプの上から押圧することにより、前記ポンプを所望の形状に成形するのが好ましい。この好ましい例によれば、例えば2段突

(4)

6

起状のポンプを容易に得ることができる。また、この場合には、超塑性金属材料が亜鉛-アルミニウム共析合金、ビスマス-錫共析合金、マグネシウム-アルミニウム共析合金及び鉛-錫共析合金からなる群から選ばれる1つであるのが好ましい。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態を用いて本発明をさらに具体的に説明する。

（第1の実施の形態）図1は本発明の第1の実施の形態におけるポンプ形成体の3つの例を示す断面図である。図1(a)はポンプが単層構造の場合、図1(b)はポンプが2層構造の場合、図1(c)はポンプが3層構造の場合をそれぞれ示している。以下、それぞれの場合について説明する。

【0019】図1(a)に示すように、半導体チップ1の表面には、その周縁部に電源、グランド、信号の入出力端子等として用いられるパッド電極2が形成されている。尚、最近では、半導体チップの入出力端子の増加に伴い、パッド電極の密度を増大させるために、チップ表面に2次元アレイ状にパッド電極を配置したLSIも開発されている。一般に、パッド電極2としては、電子ビーム蒸着法やスパッタ法によって形成されたアルミニウム薄膜が用いられる。半導体チップ1の表面には、パッド電極2の周縁部を被覆した状態でパッシベーション膜3が形成されている。各パッド電極2の上には、パッシベーション膜3の周縁部をも覆った状態で突起状の接続電極であるポンプ4が形成されている。ここで、ポンプ4は、膜厚約50 $\mu$ mの単層の銅溶射厚膜からなっている。

【0020】図1(b)に示すように、各パッド電極2の上には、パッシベーション膜3の周縁部をも覆った状態で膜厚約20 $\mu$ mのアルミニウム溶射厚膜からなる下地層5aが形成されている。この場合、下地層5aの材料はアルミニウムに限定されるものではなく、この他に、例えば、アルミニウムを60重量%以上含有する金属、亜鉛、亜鉛を60重量%以上含有する金属を用いることもできる。これらの金属は電気抵抗が小さく、また、下地層5aの材料としてこれらの金属を用いれば、下地層5aをパッド電極(アルミニウム薄膜)2に強固に付着させることができる。また、これらの金属は、金属材料の中でも低融点であるため、溶射時において半導体チップ1のダメージを極力低減することができ、ポンプを形成する上で好適な材料である。下地層5aの上には、膜厚約30 $\mu$ mの銅溶射厚膜からなる表面層5bが形成されている。これにより、2層構造のポンプ6が構成されている。他の構成は図1(a)の場合と同様であるため、他の構成についての説明は省略する。

【0021】図1(c)に示すように、各パッド電極2の上には、パッシベーション膜3の周縁部をも覆った状態で膜厚約20 $\mu$ mのアルミニウム溶射厚膜からなる下

(5)

7

地層7aが形成されている。また、下地層7aの上には、膜厚約30 $\mu$ mの銅溶射厚膜からなる中間層7bが形成されている。この場合、中間層7bの材料は銅に限定されるものではなく、この他に、例えば、銅を60重量%以上含有する金属、亜鉛、亜鉛を60重量%以上含有する金属を用いることもできる。これらの金属は、電気抵抗が小さく、かつハンダの濡れ性も良好である。また、下地層7aの材料はアルミニウムに限定されるものではなく、この他に、例えば、アルミニウムを60重量%以上含有する金属、亜鉛、亜鉛を60重量%以上含有する金属を用いることもできる。これらの金属は、延性が大きいので、この上に中間層7bを形成する際のクッション材としても効果を発揮する。中間層7bの上には、厚さ約60 $\mu$ mのハンダからなる表面層7cが形成されている。これにより、3層構造のバンプ8が構成されている。下地層7aと中間層7bとハンダ表面層7cの3層構造のバンプ8は、上記2層構造のバンプ(図1(b))を形成した後に、半導体チップ1をハンダリフロー炉に通すことにより、表面にハンダを形成して作製することができる。また、ハンダ表面層7cは、ハンダペーストを印刷することによって形成することもできる。他の構成は図1(a)の場合と同様であるため、他の構成についての説明は省略する。

【0022】次に、図1(b)に示す2層構造のバンプを形成する方法について、図2を参照しながら説明する。まず、図2(a)に示すように、半導体チップ1の表面の周縁部に、電子ビーム蒸着法又はスパッタリング法によって膜厚約1 $\mu$ mのアルミニウム薄膜を形成して、パッド電極2を作製した。次いで、半導体チップ1の表面に、パッド電極2の周縁部を被覆するようにスパッタリング法によって窒化シリコンを堆積させて、膜厚約1 $\mu$ mのパッシベーション膜3を形成した。次いで、以上のようにしてウエハプロセスが終了した後の半導体チップ1の全表面に、感光性レジスト材料のドライフィルムを貼り付けて、膜厚約50 $\mu$ mの感光性レジスト膜10を形成した。

【0023】次に、図2(b)に示すように、パッドパターン部が露出するように、感光性レジスト膜10に対し露光、現像を行うことにより、パッド電極2の上に、パッドサイズ(パッシベーション膜3によって被覆されていないパッド電極2のサイズ:径=約100 $\mu$ m)よりも若干大きめの口径を有する開口部11を形成した。

【0024】次に、図2(c)に示すように、半導体チップ1の全表面に、プラズマ溶射装置を用いてアルミニウムを溶射することにより、開口部11内のパッド電極2の上に膜厚約20 $\mu$ mのアルミニウム溶射厚膜からなる下地層5aを形成した。一般的に、溶射法を用いれば、比較的純度の高い厚膜を高速で大面積に形成することができる。このため、数10 $\mu$ m以上の高さを必要とするバンプを形成する上で、溶射法は生産性の面から優

8

れた方法である。また、溶射法によって膜を形成する場合、感光性レジスト膜10のような弾性を有するプラスチック系材料の表面には膜が形成されにくいので、主として開口部11のパッド電極2の上に選択的にアルミニウムを堆積させることができる。

【0025】次に、図2(d)に示すように、半導体チップ1上の感光性レジスト膜10をそのままにした状態で、半導体チップ1の全表面に、プラズマ溶射装置を用いて銅を溶射することにより、開口部11内の下地層5aの上に膜厚約50 $\mu$ mの銅溶射厚膜12を形成した。

【0026】次に、図2(e)に示すように、平板(図示せず)を半導体チップ1の上方から押し当てて加圧することにより、銅溶射厚膜12(図2(d))の上端を平坦にして、表面層5bを形成した。これにより、下地層5aと表面層5bとの2層構造からなるバンプ6が得られた。尚、銅溶射厚膜12の上端を平坦にする方法としては、加圧以外に、例えば、研削、研磨などがある。

【0027】最後に、図2(f)に示すように、剥離液などを用いて感光性レジスト膜10を除去した。以上の工程により、図1(b)に示す2層構造のバンプを有するバンプ形成体が得られた。

【0028】尚、本実施の形態においては、ウエハプロセスが終了した後の半導体チップ1の全表面に、感光性レジスト材料のドライフィルムを貼り付けることによって感光性レジスト膜10を形成するようにしているが、必ずしもこの方法に限定されるものではない。例えば、予め感光性レジスト材料を半導体チップ1の全表面に塗布するようにしてもよい。

【0029】〈第2の実施の形態〉図3は本発明の第2の実施の形態におけるバンプ形成体を示す断面図である。図3に示すように、半導体チップ13の表面には、その周縁部に電源、グランド、信号の入出力端子として用いられるアルミニウム薄膜からなるパッド電極14が形成されている。また、半導体チップ13の表面には、パッド電極14の周縁部を被覆した状態でパッシベーション膜15が形成されている。パッシベーション膜15の上には、その周縁部を除いた部分にレジスト膜16が形成されている。この場合、レジスト膜16としては感光性ポリイミド膜が用いられ、このレジスト膜16は剥離、除去されることなく半永久的に使用される。レジスト膜16は、以降の工程である半導体チップ13と基板との接続工程におけるダメージを防止するための保護膜として用いられる。従って、耐湿性、耐熱性を有する樹脂系材料であれば、ポリイミド以外に、例えば、PTFE、PE又はポリピロメリットイミドなどを使用することもできる。パッド電極14の上には、パッシベーション膜15の周縁部をも覆った状態で膜厚約20 $\mu$ mのアルミニウム溶射厚膜からなる下地層17が形成されており、下地層17の上には膜厚約30 $\mu$ mの銅溶射厚膜からなるバンプ18が形成されている。この場合、バンプ

9

18をレジスト膜16の表面から突出させる必要がある。溶射法によって膜を形成する場合、レジスト膜16のような弾性を有するプラスチック系材料の表面には膜が形成されにくい。主として下地層17の上に選択的に銅溶射厚膜を堆積させることができる。従って、溶射法を用いれば、レジスト膜16の表面から突出した状態のバンプ18を形成することができる。

【0030】以下に、本発明のバンプの形成方法について、図3を適宜参照しながら説明する。本発明のバンプの形成方法は、バンプと基板の電極との接合部分において、バンプの形成と同時に電極表面の酸化層の少なくとも一部を除去するか、又はバンプを電極表面の酸化層の一部を貫通させることを特徴としている。具体的には、本発明は、バンプを構成する金属厚膜とパッド電極との接合層を溶射法によって形成することを特徴としている。この場合、特にプラズマ溶射法を用いるのが好ましい。さらには、少なくとも溶射粒子を堆積させる領域が不活性雰囲気又は還元性雰囲気にあるのが好ましい。

【0031】図4は本発明のバンプの形成方法に用いられるプラズマ溶射装置を示す概略構成図である。図4において、19はプラズマ溶射トーチである。トーチ19の先端部分には円筒状のシールドノズル20が設けられている。これにより、半導体チップ13上の溶射粒子22を衝突させるべき領域23が酸化雰囲気となることを抑制することができる。このため、形成されるバンプはほとんど酸化されることがないので、電気抵抗の小さい良質のバンプを得ることができる。シールドノズル20の上部側壁にはガスポート21が設けられている。これにより、溶射時に、アルゴンなどの不活性ガスや水素などの還元性ガスをシールドノズル20の内部に供給して、溶射粒子22を衝突させるべき領域23を不活性雰囲気又は還元性雰囲気に維持することもできる。このため、電気抵抗のさらに小さい良質のバンプを得ることができる。尚、半導体チップ13の全面にわたって溶射厚膜を形成するためには、トーチ19又は半導体チップ13のいずれか一方を溶射と同時に水平方向に移動させればよい。

【0032】また、溶射法によって図3に示すバンプ18を形成すれば、図4に示す溶射粒子22が半導体チップ13のパッド電極（アルミニウム薄膜）14上の下地層（アルミニウム溶射厚膜）17の表面酸化層を突き破って堆積するため、パッド電極14とバンプ18との接触抵抗をパッド当たり数 $m\Omega$ とすることができる。その結果、バンプ18の抵抗を、実用化に十分なほど小さくすることができる。これは、不活性雰囲気又は還元性雰囲気中で、粒径数 $\mu m$ から数 $10\mu m$ の溶射粒子22が粒子材料の融点近傍、すなわち数 $100^\circ C$ の温度で、かつ数 $10m/sec$ ないし数 $100m/sec$ の速度でパッド電極14に衝突するため、下地層17の表面酸化層の一部が除去されるか、又は溶射粒子22が下地層17

(6)

10

を貫通してパッド電極14上に堆積されることに起因すると考えられる。

【0033】また、溶射法によって形成されるバンプは、印刷法によって形成されるバンプのように有機バインダ成分を含まず、高純度であるため、バンプ自体の電気抵抗も小さく、また、実装後にバンプからガスが発生することも殆どなく、信頼性の高いものである。

【0034】さらに、本発明は、溶射膜の構造及び形状の特徴にも着眼してなされている。膜の材料や形成条件などにもよるが、溶射厚膜には、一般に、気孔又は間隙が内在する。このような膜はバルクに比べて応力を吸収し易いため、回路基板と溶射厚膜からなるバンプを形成した半導体チップとの熱膨張の差に起因してバンプに作用する応力を低減することができる。その結果、半導体チップと回路基板との接続の信頼性を向上させることができる。

【0035】このように溶射厚膜には気孔又は間隙が内在するので、溶射厚膜によってバンプを形成した場合には、例えばハンダ、導電性ペーストなどの接続材料が気孔又は間隙を通してバンプの内部にしみ込み易くなる。その結果、バンプと接続材料との接触面積が増加するので、接続抵抗を小さくすることができる。

【0036】〈第3の実施の形態〉図5は本発明の第3の実施の形態におけるバンプ形成体を示す断面図である。図5に示すように、半導体チップ24の表面には、その周縁部に電源、グランド、信号の入出力端子等として用いられるパッド電極25が形成されている。また、半導体チップ24の表面には、パッド電極25の周縁部を被覆した状態でパッシベーション膜26が形成されている。各パッド電極25の上には、パッシベーション膜26の周縁部をも覆った状態で膜厚約 $20\mu m$ のアルミニウムのプラズマ溶射膜からなる下地層27aが形成されており、下地層27aの上には膜厚約 $30\mu m$ の銅のプラズマ溶射膜からなる表面層27bが形成されている。これにより、2層構造のバンプ28が構成されている。上記第2の実施の形態においても述べたように、膜の材料や形成条件などにもよるが、溶射膜には、他のプロセスによって形成された膜に比べて気孔又は間隙が内在する。本実施の形態のバンプ28においては、アルミニウムのプラズマ溶射膜（下地層27a）及び銅のプラズマ溶射膜（表面層27b）に内在する気孔又は間隙29にエポキシ系樹脂が含まれている。また、バンプ28の側面には、エポキシ系樹脂からなるコーティング層30が形成されている。尚、アルミニウムのプラズマ溶射膜からなる下地層27a及び銅のプラズマ溶射膜からなる表面層27bは、上記第1の実施の形態に示す方法（図2）によって形成される。

【0037】エポキシ系樹脂は、図6(a)に示すように、アルミニウムのプラズマ溶射膜からなる下地層27aと銅のプラズマ溶射膜からなる表面層27bを形成し



11

た後に、スプレーコーティングによって気孔又は間隙29に容易に含浸させることができる。すなわち、溶射パンプが形成された半導体チップ24の上に、粘度の比較的低いエポキシ系樹脂31がスプレーノズル32から噴射される。この場合、半導体チップ24は水平面内で回転されるか又は2次的に移送され、エポキシ系樹脂31がパンプ28を含む半導体チップ24の上に均一にコーティングされる(図6(b))と共に、溶射パンプ28に内在する気孔又は間隙にエポキシ系樹脂31が含浸される。尚、エポキシ系樹脂31を気孔又は間隙29に含浸させる方法として、スピンコーティング等を用いることもできる。

【0038】次いで、半導体チップ24を約100℃に加熱することにより、エポキシ系樹脂31を乾燥させて硬化させる。しかし、このままでは、パンプ28の上面にもエポキシ系樹脂31がコーティングされた状態となる。この状態では、回路基板と半導体チップ24との電氣的接続を得ることができないので、図6(c)に示すように、例えば研磨等の手段によってパンプ28の上面を数μm程度除去し、パンプ28の上面の金属面を露出させる。尚、この研磨によって各パンプ28の高さ精度も確保される。

【0039】金属は、特に高温、高湿環境下において酸化され易いため、金属材料からなるパンプでは、長時間にわたって使用した場合に、その電気抵抗が増加する可能性がある。また、溶射膜には気孔又は間隙が内在するため、金属溶射厚膜からなるパンプでも、パンプの内部で酸化が徐々に進行して、電気抵抗が増加することもあり得る。しかし、本実施の形態においては、パンプ28を構成するアルミニウムのプラズマ溶射膜(下地層27a)及び銅のプラズマ溶射膜(表面層27b)に内在する気孔又は間隙29にエポキシ系樹脂が含浸されているので、パンプ28の内部における酸化を抑えて、電気抵抗の増加を防止することができる。また、パンプ28の側面にもエポキシ系樹脂からなるコーティング層30が形成されているので、パンプ28の酸化をさらに抑えて、電気抵抗の増加をさらに防止することができる。その結果、高温、高湿環境下で長時間にわたって使用しても、パンプ28の電気抵抗が増加することはないので、電氣的特性の安定した信頼性の高いパンプ28を実現することができる。

【0040】また、パンプ28を含む半導体チップ24の上に樹脂をコーティングすることにより、樹脂がパンプ28とパッド電極25との界面に到達するので、パンプ28とパッド電極25との接着力が強化される。その結果、パンプ28を形成した後の操作性(ハンドリング)の向上、及び基板に実装した後の実使用状態における信頼性の向上を図ることができる。尚、樹脂は弾性に富むため、パンプ28を含む半導体チップ24の上に樹脂をコーティングすることは、上記第2の実施の形態で

(7)

12

述べた『溶射厚膜の有する、パンプと回路基板との熱応力を低減できる効果』を阻害するものではない。

【0041】尚、本実施の形態においては、パンプ28を含む半導体チップ24の上にコーティングする樹脂としてエポキシ系樹脂を用いているが、必ずしもこれに限定されるものではない。耐湿性、耐熱性の条件を満たせば、例えば、シリカ系樹脂、アクリル系樹脂、フッ素系樹脂を用いることもできる。

【0042】(第4の実施の形態)図7は本発明の第4の実施の形態におけるパンプ形成体を示す断面図である。図7に示すように、半導体チップ33の表面には、その周縁部に電源、グランド、信号の入出力端子などとして用いられるパッド電極34が形成されている。また、半導体チップ33の表面には、パッド電極34の周縁部を被覆した状態でパッシベーション膜35が形成されている。各パッド電極34の上には、パッシベーション膜35の周縁部をも覆った状態で膜厚約20μmのアルミニウムのプラズマ溶射膜からなる下地層36aが形成されており、下地層36aの上には膜厚約30μmの超塑性金属材料のプラズマ溶射厚膜からなる表面層36bが形成されている。これにより、2層構造のパンプ37が構成されている。ここで、表面層36bは2段突起状に成形されている。このような2段突起状のパンプ37を用いれば、導電性樹脂やハンダによって半導体チップ33と回路基板とを接続する場合に、1段目の突起上に導電性樹脂やハンダを溜めておくことができる。その結果、導電性樹脂やハンダが余分に広がることはないので、高精度な実装を行うことが可能となる。超塑性金属材料としては、超塑性の大きさ、及び超塑性温度を考慮して、アルミニウムを22重量%含有する亜鉛-アルミニウム共析合金を用いた。この亜鉛-アルミニウム共析合金の超塑性温度は約250℃であり、半導体チップ33上で表面層36bの成形処理を行うためには好適である。

【0043】図8に、この場合のパンプの形成工程を示す。まず、図8(a)に示すように、半導体チップ33の表面の周縁部に、電子ビーム蒸着法又はスパッタ法によって膜厚約1μmのアルミニウム薄膜を形成して、パッド電極34を作製した。次いで、半導体チップ33の表面に、パッド電極34の周縁部を被覆するようにスパッタリング法によって窒化シリコンを堆積させて、膜厚約1μmのパッシベーション膜3を形成した。次いで、以上のようにしてウエハプロセスが終了した後の半導体チップ33の全表面に、感光性レジスト材料のドライフィルムを貼り付けることにより、膜厚約50μmの感光性レジスト膜38を形成した。

【0044】次に、図8(b)に示すように、パッドパターン部が露出するように、感光性レジスト膜38に対し露光、現像を行うことにより、パッド電極34の上に、パッドサイズ(パッシベーション膜35によって被

13

覆されていないパッド電極34のサイズ：径=約100  $\mu\text{m}$ )よりも若干大きめの口径を有する開口部39を形成した。

【0045】次に、図8(c)に示すように、半導体チップ33の全表面に、プラズマ溶射装置を用いてアルミニウムを溶射することにより、開口部39内のパッド電極34の上に膜厚約20  $\mu\text{m}$ のアルミニウム溶射厚膜からなる下地層36aを形成した。溶射法によって膜を形成する場合、感光性レジスト膜38のような弾性を有するプラスチック系材料の表面には膜が形成されにくいいため、主として開口部39内のパッド電極2上に選択的にアルミニウムを堆積させることができる。

【0046】次に、図8(d)に示すように、半導体チップ33の全表面に、同じくプラズマ溶射装置を用いて亜鉛-アルミニウム共析合金を溶射することにより、開口部39内の下地層36aの上に膜厚約50  $\mu\text{m}$ の亜鉛-アルミニウム共析合金の溶射厚膜からなる表面層36bを形成した。この場合にも、図8(c)の場合と同様に、主として開口部39内の下地層36aの上に選択的に亜鉛-アルミニウム共析合金を堆積させることができる。以上の工程により、2層構造のバンプ37が得られた。

【0047】次に、図8(e)に示すように、剥離液などを用いて感光性レジスト膜38を除去した。次に、図8(f)に示すように、半導体チップ33を亜鉛-アルミニウム共析合金の超塑性温度である250℃に保持した状態で、段差を持たせて彫り込まれた凹版型(図示せず)をパッド位置に合わせて所定の圧力で表面層36bの上面から押し当てる。超塑性材料の特徴より、超塑性厚膜(表面層36b)が前記凹版型によって容易に塑性変形するので、表面層36bを容易に2段突起状に形成することができる。以上の工程により、図7に示す2層構造のバンプ37を有するバンプ形成体を得られた。

【0048】尚、本実施の形態においては、超塑性金属材料として亜鉛-アルミニウム共析合金を用いているが、必ずしもこれに限定されるものではなく、例えば、ビスマス-錫共析合金、マグネシウム-アルミニウム共析合金、鉛-錫共析合金などを用いることもできる。

【0049】また、本実施の形態においては、超塑性金属材料をプラズマ溶射法によって溶射することにより、溶射厚膜からなる表面層36bを形成しているが、表面層36bの形成方法としては必ずしもこの方法に限定されるものではない。例えば、次のようにして表面層36bを形成することもできる。まず、超塑性金属材料の原料粉末をバインダと共に混練して、ペースト状にする。次いで、これを下地層36aの上に印刷した後、焼成する。

【0050】また、上記第1～第4の実施の形態においては、バンプを半導体チップ上のパッド電極上に形成する場合を例に挙げて説明したが、必ずしもこの場合に限

(8)

14

定されるものではない。例えば、半導体ウエハ、回路基板、チップサイズパッケージ(CSP)用のキャリア基板などの電極上にバンプを形成する場合にも、本発明を適用することができる。また、センサ、抵抗、コンデンサ、インダクタなどの各種電子部品の電極上にバンプを形成する場合にも、本発明を適用することができる。

#### 【0051】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のバンプ形成体の構成によれば、次のような作用効果を奏することができる。すなわち、金属溶射厚膜からなるバンプは、印刷法によって形成されるバンプのように有機バインダ成分を含まず、高純度であるため、バンプ自体の電気抵抗も小さく、また、実装後にバンプからガスが発生することも殆どなく、信頼性の高いものとなる。また、金属溶射厚膜には気孔又は間隙が内在するため、バルクに比べて応力を吸収し易い。従って、例えば、バンプが形成された半導体チップと回路基板との熱膨張の差に起因してバンプに作用する応力を低減することができ、接続の信頼性を向上させることができる。また、このように金属溶射厚膜には気孔又は間隙が内在するため、例えばハンダ、導電性ペーストなどの接続材料が気孔又は間隙を

30 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250 260 270 280 290 300 310 320 330 340 350 360 370 380 390 400 410 420 430 440 450 460 470 480 490 500 510 520 530 540 550 560 570 580 590 600 610 620 630 640 650 660 670 680 690 700 710 720 730 740 750 760 770 780 790 800 810 820 830 840 850 860 870 880 890 900 910 920 930 940 950 960 970 980 990 1000 1010 1020 1030 1040 1050 1060 1070 1080 1090 1100 1110 1120 1130 1140 1150 1160 1170 1180 1190 1200 1210 1220 1230 1240 1250 1260 1270 1280 1290 1300 1310 1320 1330 1340 1350 1360 1370 1380 1390 1400 1410 1420 1430 1440 1450 1460 1470 1480 1490 1500 1510 1520 1530 1540 1550 1560 1570 1580 1590 1600 1610 1620 1630 1640 1650 1660 1670 1680 1690 1700 1710 1720 1730 1740 1750 1760 1770 1780 1790 1800 1810 1820 1830 1840 1850 1860 1870 1880 1890 1900 1910 1920 1930 1940 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010 2020 2030 2040 2050 2060 2070 2080 2090 2100 2110 2120 2130 2140 2150 2160 2170 2180 2190 2200 2210 2220 2230 2240 2250 2260 2270 2280 2290 2300 2310 2320 2330 2340 2350 2360 2370 2380 2390 2400 2410 2420 2430 2440 2450 2460 2470 2480 2490 2500 2510 2520 2530 2540 2550 2560 2570 2580 2590 2600 2610 2620 2630 2640 2650 2660 2670 2680 2690 2700 2710 2720 2730 2740 2750 2760 2770 2780 2790 2800 2810 2820 2830 2840 2850 2860 2870 2880 2890 2900 2910 2920 2930 2940 2950 2960 2970 2980 2990 3000 3010 3020 3030 3040 3050 3060 3070 3080 3090 3100 3110 3120 3130 3140 3150 3160 3170 3180 3190 3200 3210 3220 3230 3240 3250 3260 3270 3280 3290 3300 3310 3320 3330 3340 3350 3360 3370 3380 3390 3400 3410 3420 3430 3440 3450 3460 3470 3480 3490 3500 3510 3520 3530 3540 3550 3560 3570 3580 3590 3600 3610 3620 3630 3640 3650 3660 3670 3680 3690 3700 3710 3720 3730 3740 3750 3760 3770 3780 3790 3800 3810 3820 3830 3840 3850 3860 3870 3880 3890 3900 3910 3920 3930 3940 3950 3960 3970 3980 3990 4000 4010 4020 4030 4040 4050 4060 4070 4080 4090 4100 4110 4120 4130 4140 4150 4160 4170 4180 4190 4200 4210 4220 4230 4240 4250 4260 4270 4280 4290 4300 4310 4320 4330 4340 4350 4360 4370 4380 4390 4400 4410 4420 4430 4440 4450 4460 4470 4480 4490 4500 4510 4520 4530 4540 4550 4560 4570 4580 4590 4600 4610 4620 4630 4640 4650 4660 4670 4680 4690 4700 4710 4720 4730 4740 4750 4760 4770 4780 4790 4800 4810 4820 4830 4840 4850 4860 4870 4880 4890 4900 4910 4920 4930 4940 4950 4960 4970 4980 4990 5000 5010 5020 5030 5040 5050 5060 5070 5080 5090 5100 5110 5120 5130 5140 5150 5160 5170 5180 5190 5200 5210 5220 5230 5240 5250 5260 5270 5280 5290 5300 5310 5320 5330 5340 5350 5360 5370 5380 5390 5400 5410 5420 5430 5440 5450 5460 5470 5480 5490 5500 5510 5520 5530 5540 5550 5560 5570 5580 5590 5600 5610 5620 5630 5640 5650 5660 5670 5680 5690 5700 5710 5720 5730 5740 5750 5760 5770 5780 5790 5800 5810 5820 5830 5840 5850 5860 5870 5880 5890 5900 5910 5920 5930 5940 5950 5960 5970 5980 5990 6000 6010 6020 6030 6040 6050 6060 6070 6080 6090 6100 6110 6120 6130 6140 6150 6160 6170 6180 6190 6200 6210 6220 6230 6240 6250 6260 6270 6280 6290 6300 6310 6320 6330 6340 6350 6360 6370 6380 6390 6400 6410 6420 6430 6440 6450 6460 6470 6480 6490 6500 6510 6520 6530 6540 6550 6560 6570 6580 6590 6600 6610 6620 6630 6640 6650 6660 6670 6680 6690 6700 6710 6720 6730 6740 6750 6760 6770 6780 6790 6800 6810 6820 6830 6840 6850 6860 6870 6880 6890 6900 6910 6920 6930 6940 6950 6960 6970 6980 6990 7000 7010 7020 7030 7040 7050 7060 7070 7080 7090 7100 7110 7120 7130 7140 7150 7160 7170 7180 7190 7200 7210 7220 7230 7240 7250 7260 7270 7280 7290 7300 7310 7320 7330 7340 7350 7360 7370 7380 7390 7400 7410 7420 7430 7440 7450 7460 7470 7480 7490 7500 7510 7520 7530 7540 7550 7560 7570 7580 7590 7600 7610 7620 7630 7640 7650 7660 7670 7680 7690 7700 7710 7720 7730 7740 7750 7760 7770 7780 7790 7800 7810 7820 7830 7840 7850 7860 7870 7880 7890 7900 7910 7920 7930 7940 7950 7960 7970 7980 7990 8000 8010 8020 8030 8040 8050 8060 8070 8080 8090 8100 8110 8120 8130 8140 8150 8160 8170 8180 8190 8200 8210 8220 8230 8240 8250 8260 8270 8280 8290 8300 8310 8320 8330 8340 8350 8360 8370 8380 8390 8400 8410 8420 8430 8440 8450 8460 8470 8480 8490 8500 8510 8520 8530 8540 8550 8560 8570 8580 8590 8600 8610 8620 8630 8640 8650 8660 8670 8680 8690 8700 8710 8720 8730 8740 8750 8760 8770 8780 8790 8800 8810 8820 8830 8840 8850 8860 8870 8880 8890 8900 8910 8920 8930 8940 8950 8960 8970 8980 8990 9000 9010 9020 9030 9040 9050 9060 9070 9080 9090 9100 9110 9120 9130 9140 9150 9160 9170 9180 9190 9200 9210 9220 9230 9240 9250 9260 9270 9280 9290 9300 9310 9320 9330 9340 9350 9360 9370 9380 9390 9400 9410 9420 9430 9440 9450 9460 9470 9480 9490 9500 9510 9520 9530 9540 9550 9560 9570 9580 9590 9600 9610 9620 9630 9640 9650 9660 9670 9680 9690 9700 9710 9720 9730 9740 9750 9760 9770 9780 9790 9800 9810 9820 9830 9840 9850 9860 9870 9880 9890 9900 9910 9920 9930 9940 9950 9960 9970 9980 9990 10000

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態におけるバンプ形成体の3つの例を示す断面図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態におけるバンプの形成方法を示す工程断面図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態におけるバンプ形成体を示す断面図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態におけるバンプの形成方法に用いられるプラズマ溶射装置を示す概略構成図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態におけるバンプ形成体を示す断面図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態のバンプの形成方法におけるスプレーコーティングの工程を示す断面図である。

【図7】本発明の第4の実施の形態におけるバンプ形成

(9)

15

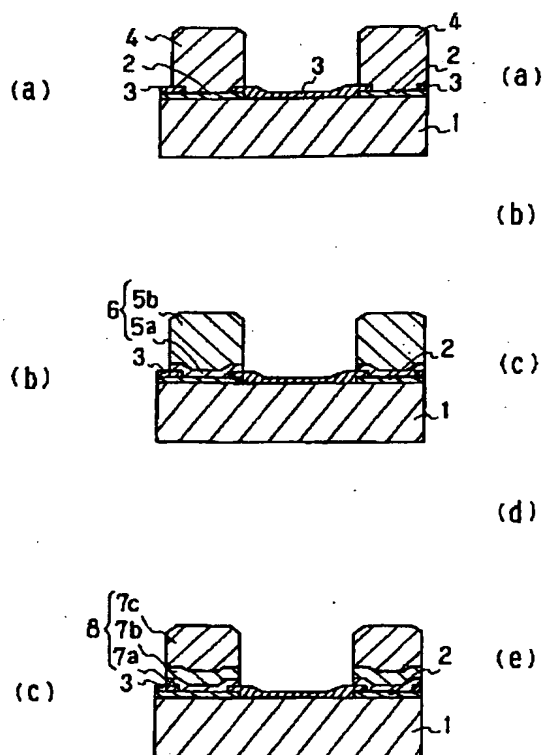
体を示す断面図である。

【図8】本発明の第4の実施の形態におけるパンプの形成方法を示す工程断面図である。

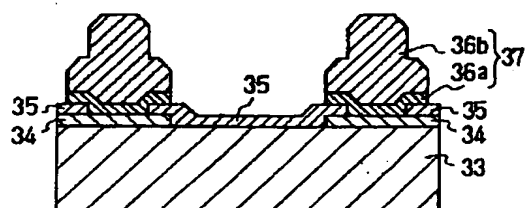
【符号の説明】

- 1、13、24、33 半導体チップ  
2、14、25、34 パッド電極  
3、15、26、35 パッシベーション膜  
4、6、8、18、28、37 パンプ  
5a、7a、17、27a、36a 下地層  
5b、27b、36b 表面層  
7b 中間層  
7c 表面層  
10、38 感光性レジスト膜

【図1】



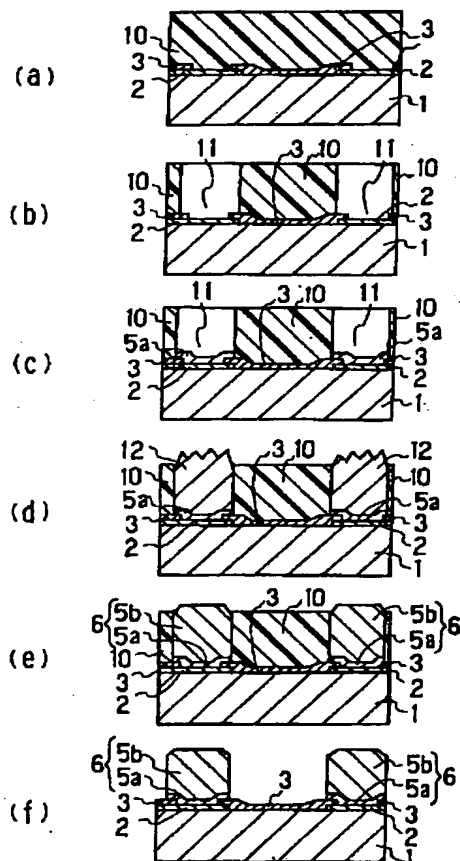
【図7】



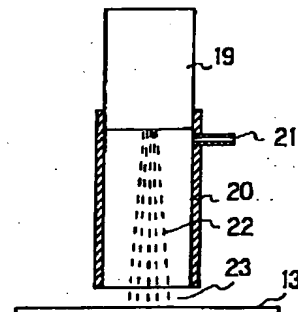
16

- 11、39 開口部  
12 銅溶射厚膜  
16 レジスト膜  
19 プラズマ溶射トーチ  
20 シールドノズル  
21 ガスポート  
22 溶射粒子  
23 溶射粒子を衝突させるべき領域  
29 気孔又は間隙  
10 30 コーティング層  
31 エポキシ系樹脂  
32 スプレーノズル

【図2】

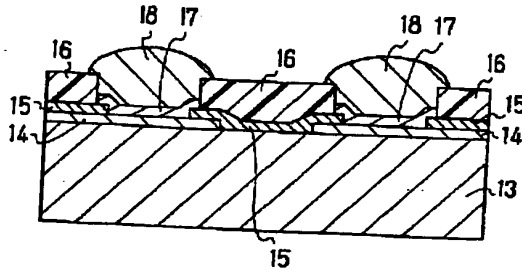


【図4】

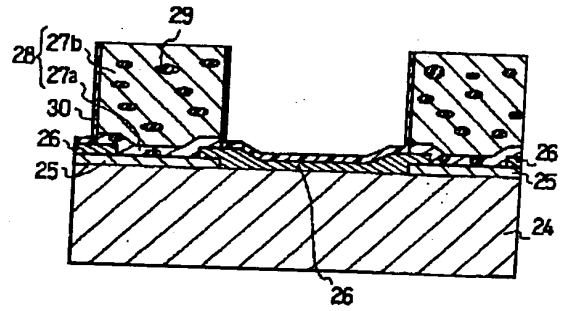


(10)

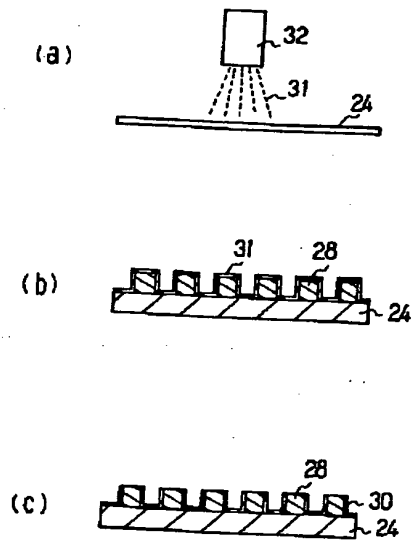
【図3】



【図5】



【図6】



【図8】

